

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Электроэнергетика

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ НА ОСНОВЕ ВИЭ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.12
Трудоемкость в зачетных единицах:	4 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	4 семестр - 32 часа;
Практические занятия	4 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	4 семестр - 16 часов;
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	4 семестр - 79,7 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Расчетно-графическая работа Лабораторная работа	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	4 семестр - 0,3 часа;

Москва 2021

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Пугачев Р.В.
	Идентификатор	Rf46e5256-PugachevRV-eb46307e

(подпись)

Р.В. Пугачев

(расшифровка
подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Тульский В.Н.
	Идентификатор	R292b173d-TulskyVN-7e812984

(подпись)

В.Н. Тульский

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение теоретических и практических вопросов в области использования энергетических установок на базе возобновляемых источников энергии (ВИЭ)

Задачи дисциплины

- изучение физической природы гидро-, ветро-, солнечных ресурсов и особенностей их использования;
- освоение методов расчета валового и технического потенциала гидро-, ветро- и солнечных ресурсов;
- изучение основных типов энергетических установок на базе гидро-, ветро- и солнечных ресурсов, их элементов, принципиального устройства, основных энергетических характеристик.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1 Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	ИД-1 _{ПК-1} Применяет типовые проектные решения	знать: - назначение, классификацию и физические основы работы основного энергетического оборудования генерирующих установок на базе гидроресурсов; - основные виды ВИЭ и особенности их использования. уметь: - выполнять расчеты по определению основных категорий потенциала гидроресурсов; - анализировать режимы работы в энергосистеме установок на базе ВИЭ.
ПК-1 Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	ИД-2 _{ПК-1} Выбирает параметры электрооборудования, учитывая технические и экономические ограничения	знать: - назначение, классификацию и физические основы работы основного энергетического оборудования генерирующих установок на базе солнечных ресурсов; - назначение, классификацию и физические основы работы основного энергетического оборудования генерирующих установок на базе ветровых ресурсов. уметь: - выполнять расчеты по определению основных категорий потенциала солнечных ресурсов; - выполнять расчеты по определению основных категорий потенциала ветровых ресурсов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Электроэнергетика (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Базируется на уровне среднего общего образования.

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа						СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Основные виды ВИЭ и особенности их использования	14	4	4	-	2	-	-	-	-	-	8	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 4-25 [2], 10-19,39-41, 71-75 [3], 52-57 [4], 11-36
1.1	Основные виды ВИЭ и особенности их использования	14		4	-	2	-	-	-	-	-	8	-	
2	Гидроэнергетика	46		12	8	8	-	-	-	-	-	18	-	
2.1	Гидроэнергетика	46		12	8	8	-	-	-	-	-	18	-	
3	Солнечная энергетика	32		8	4	2	-	-	-	-	-	18	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 100-136, 139-170, 183-197, 251-259
3.1	Солнечная энергетика	32		8	4	2	-	-	-	-	-	18	-	
4	Ветроэнергетика	34		8	4	4	-	-	-	-	-	18	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 66-94, 258-290 [2], 39-65 [4], 47-67, 292-321, 325-353
4.1	Ветроэнергетика	34		8	4	4	-	-	-	-	-	18	-	
	Зачет с оценкой	18.0		-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	
	Всего за семестр	144.0		32	16	16	-	-	-	-	-	0.3	62	17.7
	Итого за семестр	144.0	32	16	16	-	-	-	-	-	0.3	79.7		

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПР – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Основные виды ВИЭ и особенности их использования

1.1. Основные виды ВИЭ и особенности их использования

Основные понятия и определения. Классификация источников энергии. Классификация возобновляемых источников энергии. Сравнение ВИЭ с традиционными источниками энергии. Категории потенциалов ВИЭ. Место и значение ВИЭ в современном топливно-энергетическом комплексе мира и России. Экономические аспекты ВИЭ. Технические особенности использования ВИЭ в системах централизованного и децентрализованного энергоснабжения. Подход к проектированию систем децентрализованного энергоснабжения. Современное информационное обеспечение для оценки ресурсов ВИЭ. Использование ВИЭ в условиях России. Графики электрической нагрузки. Суточные, недельные и годовые графики нагрузки. Роль ГЭС и ГАЭС в формировании и функционировании ЕЭС России.

2. Гидроэнергетика

2.1. Гидроэнергетика

Основные понятия и определения гидроэнергетики (ГЭ). Современное состояние и перспективы развития ГЭ в мире и России. Основные свойства водных ресурсов. Основные отличия малой гидроэнергетики (МГЭ) от традиционной. Напор, расход и мощность участка реки. Экологические и экономические аспекты ГЭ. Категории потенциалов ГЭ. Параметры речного стока. Теоретические и эмпирические кривые обеспеченности, и методы их построения. Гидрологические прогнозы. Назначения водохранилищ. Параметры водохранилищ. Характеристики верхнего и нижнего бьефов водохранилищ. Потери воды из водохранилищ. Классификация ГЭС. Состав и компоновка ГЭС по схеме создания напора (плотинная и деривационная схема концентрации напора). Конструктивные особенности ГЭС. Плотины их назначение и конструкции. Здания ГЭС. Особенности конструкций зданий ГЭС. Проточный тракт ГЭС. Режим работы и оборудование гидроаккумулирующих электростанций (ГАЭС), приливных гидроэлектростанции, микроГЭС. Мощность и энергия гидроэлектростанции. Особенности выбора отметки НПУ и установленной мощности ГЭС. Задачи регулирования речного стока водохранилищами ГЭС. Виды регулирования стока. Суточное, недельное, сезонное, годовое и многолетнее регулирование стока. Каскады ГЭС. Гидроагрегат ГЭС. Конструкции гидрогенераторов. Конструкции гидротурбин. Управление агрегатами ГЭС. Режимы работы гидроагрегатов в энергосистеме. Генераторный режим. Режим синхронного компенсатора и двигательный режим. Пуск гидроагрегата. Регулирование нагрузки гидроагрегата. Останов гидроагрегата.

3. Солнечная энергетика

3.1. Солнечная энергетика

Основные понятия и определения солнечной энергетике. Современное состояние и перспективы развития солнечной энергетике в мире и России. Потери солнечного излучения (СИ). Спектр СИ. Основные составляющие СИ на Земле. Основные показатели СИ. Основные переменные СИ и методы их расчета. Геометрия приемной площадки и Солнца. Информационно-методическое обеспечение по расчету солнечной радиации. Основные формы преобразования энергии Солнца. Ресурсы солнечной энергии России. Физические основы солнечной фотоэнергетики. Основные энергетические характеристики солнечного элемента (СЭ). Технологии и материалы СЭ. Устройство солнечной фотоэлектрической системы (СФЭС). Энергетические характеристики СФЭС. Концентраторы СИ. СФЭС в централизованных и децентрализованных энергетических системах. Солнечные тепловые электростанции. Солнечные коллекторы (СК) и схемы их применения.

4. Ветроэнергетика

4.1. Ветроэнергетика

Основные понятия и определения ветроэнергетики (ВЭ). Современное состояние и перспективы развития ВЭ в мире и России. Информационное обеспечение по ветровым ресурсам. Основные влияющие факторы на формирование ветра в приземном слое атмосферы. Основные климатические характеристики ветра. Дифференциальные и теоретические повторяемости скорости ветра. Энергетические характеристики ветра. Классификация ветроэнергетических установок (ВЭУ). ВЭУ с горизонтальной и вертикальной осью вращения (принцип работы; назначение основных компонентов; преимущества и недостатки). Энергетические характеристики и показатели ВЭУ, а также методы их расчета. Особенности выбора параметров ВЭУ, работающих в централизованных и децентрализованных системах энергоснабжения.

3.3. Темы практических занятий

1. Построение суточных и годовых графиков нагрузки энергосистемы. Построение интегральной кривой нагрузки энергосистемы (ИКН);
2. Определение параметров кривой обеспеченности годового стока;
3. Баланс воды в водохранилище годового регулирования стока. Баланс мощностей энергосистемы с гидроэлектростанциями;
4. Расчет валового и технического потенциала малой гидроэнергетики;
5. Расчет валового и технического потенциала солнечной энергетики;
6. Расчет валового и технического потенциала ветровой энергетики.

3.4. Темы лабораторных работ

1. Исследование режимов сработки-наполнения водохранилища ГЭС;
2. Суточный режима работы ГЭС в суточном графике нагрузки ЭЭС;
3. Расчет и построение напорных и энергетических характеристик ГЭС;
4. Исследование режимов работы ВЭУ в электрической сети;
5. Управление гидроагрегатами ГЭС;
6. Исследование характеристик фотоэлектрического преобразователя энергии.

3.5 Консультации

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)				Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	
Знать:						
основные виды ВИЭ и особенности их использования	ИД-1пк-1	+				Расчетно-графическая работа/РЗ «Построение суточных и годовых графиков нагрузки энергосистемы. Построение интегральной кривой нагрузки энергосистемы (ИКН)»
назначение, классификацию и физические основы работы основного энергетического оборудования генерирующих установок на базе гидроресурсов	ИД-1пк-1		+			Расчетно-графическая работа/РЗ «Баланс воды в водохранилище годового регулирования стока. Баланс мощностей энергосистемы с гидроэлектростанциями» Расчетно-графическая работа/РЗ «Определение параметров кривой обеспеченности годового стока» Расчетно-графическая работа/РЗ «Расчет валового и технического потенциала малой гидроэнергетики»
назначение, классификацию и физические основы работы основного энергетического оборудования генерирующих установок на базе ветровых ресурсов	ИД-2пк-1				+	Расчетно-графическая работа/РЗ «Расчет валового и технического потенциала ветровой энергетики»
назначение, классификацию и физические основы работы основного энергетического оборудования генерирующих установок на базе солнечных ресурсов	ИД-2пк-1			+		Расчетно-графическая работа/РЗ «Расчет валового и технического потенциала солнечной энергетики»
Уметь:						
анализировать режимы работы в энергосистеме установок на базе ВИЭ	ИД-1пк-1	+				Лабораторная работа/ЛР «Суточный режима работы ГЭС в суточном графике нагрузки ЭЭС»
выполнять расчеты по определению основных категорий потенциала гидроресурсов	ИД-1пк-1		+			Лабораторная работа/ЛР «Исследование режимов сработки-наполнения водохранилища ГЭС»

						Лабораторная работа/ЛР «Расчет и построение напорных и энергетических характеристик ГЭС» Лабораторная работа/ЛР «Управление гидроагрегатами ГЭС»
выполнять расчеты по определению основных категорий потенциала ветровых ресурсов	ИД-2ПК-1				+	Лабораторная работа/ЛР «Исследование режимов работы ВЭУ в электрической сети»
выполнять расчеты по определению основных категорий потенциала солнечных ресурсов	ИД-2ПК-1				+	Лабораторная работа/ЛР «Исследование характеристик фотоэлектрического преобразователя энергии»

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

4 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. ЛР «Исследование режимов работы ВЭУ в электрической сети» (Лабораторная работа)
2. ЛР «Исследование режимов сработки-наполнения водохранилища ГЭС» (Лабораторная работа)
3. ЛР «Исследование характеристик фотоэлектрического преобразователя энергии» (Лабораторная работа)
4. ЛР «Расчет и построение напорных и энергетических характеристик ГЭС» (Лабораторная работа)
5. ЛР «Суточный режима работы ГЭС в суточном графике нагрузки ЭЭС» (Лабораторная работа)
6. ЛР «Управление гидроагрегатами ГЭС» (Лабораторная работа)
7. РЗ «Баланс воды в водохранилище годового регулирования стока. Баланс мощностей энергосистемы с гидроэлектростанциями» (Расчетно-графическая работа)
8. РЗ «Определение параметров кривой обеспеченности годового стока» (Расчетно-графическая работа)
9. РЗ «Построение суточных и годовых графиков нагрузки энергосистемы. Построение интегральной кривой нагрузки энергосистемы (ИКН)» (Расчетно-графическая работа)
10. РЗ «Расчет валового и технического потенциала ветровой энергетики» (Расчетно-графическая работа)
11. РЗ «Расчет валового и технического потенциала малой гидроэнергетики» (Расчетно-графическая работа)
12. РЗ «Расчет валового и технического потенциала солнечной энергетики» (Расчетно-графическая работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №4)

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. П. П. Безруких- "Ветроэнергетика. Справочное и методическое пособие.", Издательство: "Энергия", Москва, 2010 - (315 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=58344;>
2. Методы расчета ресурсов возобновляемых источников энергии : учебное пособие для вузов по направлению "Электроэнергетика" / А. А. Бурмистров, В. И. Виссарионов, Г. В. Дерюгина, [и др.] ; Ред. В. И. Виссарионов . – 2-е изд., стер . – М. : Издательский дом МЭИ, 2009 . – 144 с. - ISBN 978-5-383-00426-5 .;

3. Солнечная энергетика : учебное пособие для вузов по направлению "Электроэнергетика" / В. И. Виссарионов, Г. В. Дерюгина, В. А. Кузнецова, Н. К. Малинин . – М. : Издательский дом МЭИ, 2008 . – 276 с. - ISBN 978-5-383-00270-4 .;
4. Ветроэнергетика : учебное пособие по курсам "Теоретические основы нетрадиционной и возобновляемой энергетике", "Физические основы использования возобновляемых источников энергии" и др. / А. Г. Васьков, Г. В. Дерюгина, Н. К. Малинин, Р. В. Пугачев, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2016 . – 384 с. - ISBN 978-5-7046-1765-5 .
http://elibr.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=8650;
5. Малинин, Н. К. Сборник задач по курсу "Теоретические основы гидроэнергетики": Расчеты водноэнергетических режимов ГЭС и ГАЭС / Н. К. Малинин ; Ред. М. Г. Тягунов ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – М., 1985 . – 80 с..

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office;
3. Windows;
4. MathCad;
5. Майнд Видеоконференции.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
5. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
6. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
7. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
8. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
9. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
10. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
11. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
12. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
13. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
14. Информационно-справочная система «Кодекс/Техэксперт» - <Http://proinfosoft.ru; http://docs.cntd.ru/>
15. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
16. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
17. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>
18. Официальный сайт Министерства науки и высшего образования Российской Федерации - <https://minobrnauki.gov.ru>

19. **Официальный сайт Федеральной службы по надзору в сфере образования и науки** - <https://obrnadzor>

20. **Федеральный портал "Российское образование"** - <http://www.edu.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
	отсутствует	

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Электростанции на основе ВИЭ

(название дисциплины)

4 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 РЗ «Построение суточных и годовых графиков нагрузки энергосистемы. Построение интегральной кривой нагрузки энергосистемы (ИКН)» (Расчетно-графическая работа)
- КМ-2 ЛР «Суточный режима работы ГЭС в суточном графике нагрузки ЭЭС» (Лабораторная работа)
- КМ-3 РЗ «Определение параметров кривой обеспеченности годового стока» (Расчетно-графическая работа)
- КМ-4 ЛР «Расчет и построение напорных и энергетических характеристик ГЭС» (Лабораторная работа)
- КМ-5 РЗ «Баланс воды в водохранилище годового регулирования стока. Баланс мощностей энергосистемы с гидроэлектростанциями» (Расчетно-графическая работа)
- КМ-6 ЛР «Исследование режимов сработки-наполнения водохранилища ГЭС» (Лабораторная работа)
- КМ-7 РЗ «Расчет валового и технического потенциала малой гидроэнергетики» (Расчетно-графическая работа)
- КМ-8 ЛР «Управление гидроагрегатами ГЭС» (Лабораторная работа)
- КМ-9 РЗ «Расчет валового и технического потенциала солнечной энергетики» (Расчетно-графическая работа)
- КМ-10 ЛР «Исследование характеристик фотоэлектрического преобразователя энергии» (Лабораторная работа)
- КМ-11 РЗ «Расчет валового и технического потенциала ветровой энергетики» (Расчетно-графическая работа)
- КМ-12 ЛР «Исследование режимов работы ВЭУ в электрической сети» (Лабораторная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	К М-1	К М-2	К М-3	К М-4	К М-5	К М-6	К М-7	К М-8	К М-9	К М-10	К М-11	К М-12
		Неделя КМ:	4	4	6	6	8	8	10	10	12	12	14	14
1	Основные виды ВИЭ и особенности их использования													
1.1	Основные виды ВИЭ и особенности их использования		+	+										
2	Гидроэнергетика													

2.1	Гидроэнергетика			+	+	+	+	+	+				
3	Солнечная энергетика												
3.1	Солнечная энергетика									+	+		
4	Ветроэнергетика												
4.1	Ветроэнергетика											+	+
Вес КМ, %:		8	8	8	8	10	10	8	8	8	8	8	8